



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

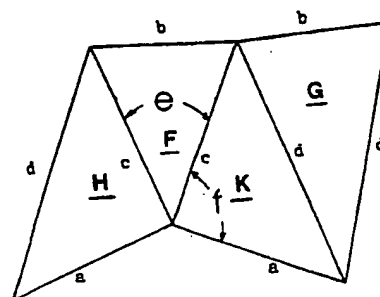
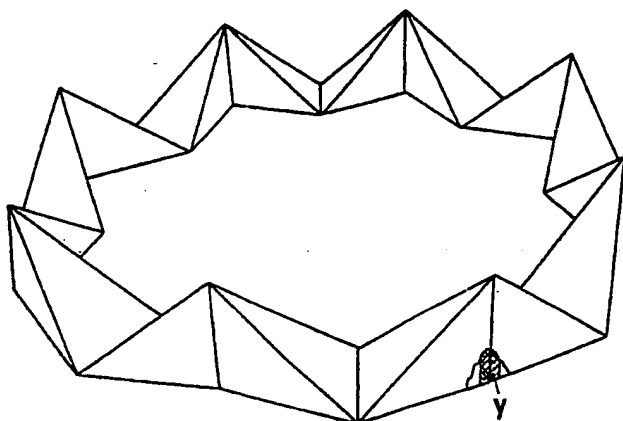
(51) Internationale Patentklassifikation 5 : A63F 9/08	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/11911 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. Juli 1992 (23.07.92)
---	----	--

- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE92/00004
- (22) Internationales Anmeldedatum: 7. Januar 1992 (07.01.92)
- (30) Prioritätsdaten:
G 91 00 132.3 U 8. Januar 1991 (08.01.91) DE
- (71)(72) Anmelder und Erfinder: PFEFFER, Klaus, Dieter [DE/DE]; Fronhof 9, D-7000 Stuttgart 90 (DE).
- (74) Anwälte: HIEBSCH, Gerhard, F. usw. ; Erzbergerstr. 5a, Postfach 4 64, D-7700 Singen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CA, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), HU, IT (europäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Patent), MC (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), NO, RU, SE (europäisches Patent), US.

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: TRANSFORMABLE BODY

(54) Bezeichnung: VERWANDLUNGSKÖRPER



(57) Abstract

The transformable body described comprises 16 tetrahedra (E), each consisting of two isosceles triangles (F, G), with a common base (b) and with sides (c, d), plus two right-angled triangles (H, K), the side (a) joining the latter two sides (c, d) of the isosceles triangles being the height of the two right-angled triangles (H, K). Adjacent tetrahedra are joined together along the base (b) and along the height (a) of each.

(57) Zusammenfassung

Verwandlungskörper aus sechzehn Tetraedern (E), deren jedes aus zwei von einer Grundkante (a) ausgehenden gleichschenkeligen Dreiecken (F, G) mit den Kanten Seitenkanten (c, d) sowie zwei rechtwinkligen Dreiecken (H, K) besteht, deren die Seitenkante (c, d) verbindende Kante (a) ihrer Höhe ist, wobei die Tetraeder an der Grundkante (a) sowie an der Höhe (a) an die Grundkante bzw. die Höhe eines jeweils benachbarten Tetraeders angeschlossen ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TC	Togo
DE	Deutschland	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

Verwandlungskörper

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft einen Verwandlungskörper, der aus mehreren Einzelkörpern zusammengesetzt ist. Die Literaturstelle Paul Schatz, Rhythmusforschung und Technik: I. Der umstülpbare Würfel. II. Die polysomatische Gestaltung. Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben, 1975 (Zitiertitel: Schatz) beschreibt umstülpbare Verwandlungskörper und Kaleidozyklen.

Schatz verwendet die Bezeichnung "Umstülpen" -- wenn bei Figuren oder Körpern das Innere nach außen gestülpt, das Äußere nach innen gewendet wird -- sowohl für den Vorgang des Umstülpens selbst als auch für das Ergebnis dieses Vorganges: den umgewandelten bzw. neu entstandenen Körper. Auch der ursprüngliche Körper, der durch entsprechende Segmentierung umstülpbar geworden ist, wird dann als Umstülpung bezeichnet. Die durch Segmentierung entstandenen Teilkörper bleiben durch flexible Kantenverbindungen miteinander verbunden. Sie sind somit in Bezug auf einen der beiden Nachbar-Teilkörper nach zwei Seiten schwenkbar. Die Teilkörper sind Tetraeder oder Polyeder mit einer höheren Flächenzahl.

Bekannt ist auch folgende Beschreibung: "Ein Kaleidozyklus ist ein dreidimensionaler Ring aus Tetraedern. (...). Verbindet man ... jeweils zwei davon flexibel an einer Kante, so erhält man eine Kette von Tetraedern. (...). Sobald

diese Kette lang genug ist, läßt sie sich zu einem geschlossenen Kreis zusammenfügen. (...). Wegen der flexiblen Scharniere an den Kanten kann man den Ring kontinuierlich durch sein Zentrum drehen".

Die in dieser Veröffentlichung vorgestellten Kaleidozyklen lassen sich als Ganzes in ein zweidimensionales Netz abwickeln. (Schattschneider, S. 9, 10, 35). Diese Überführbarkeit des dreidimensionalen Gebildes in eine zweidimensionale Abwicklung ist ein weiteres Merkmal eines Kaleidozyklus. Bis auf eine Ausnahme besitzen alle Kaleidozyklen ein Zentrum, das auf die "Größe" eines Punktes zusammengezogen ist.

Die Würfelgürtel-Umstülpung bei Schatz und der hier dargestellte Verwandlungskörper lassen sich nicht als Ganzes in ein zweidimensionales Netz abwickeln. In beiden Fällen ist nur jedes Tetraeder einzeln in ein zweidimensionales Netz abwickelbar.

Daraus folgt: Die Bezeichnung "Kaleidozyklus" kann nicht als Synonym für "Umstülpung" verwendet werden, weil bei Schatz auch Umstülpungen dargestellt werden, die nicht in Tetraeder aufgeteilt werden, und weil es Umstülpungen gibt, die sich als Ganzes nicht in ein zweidimensionales Netz abwickeln lassen. Auch haben Kaleidozyklen kein "Inneres"; es gibt bei ihnen keine konvexen Verwandlungsstadien.

Die Umstülpungen bei Schatz weisen nur einen geringen Grad an Verwandlungsfähigkeit auf. Der Würfelgürtel von Schatz läßt sich z.B. in fünf markante Stadien oder Positionen überführen.

Dies ist kein Mangel, aber ein Nachteil in Bezug auf den Grad an Interessantheit oder Unterhaltungswert, insbesondere für Personen, die kein Interesse für die gedankliche Durchdringung dieser Umstülpungsphänomene aufbringen.

Die Kaleidozyklen besitzen mit zunehmender Anzahl der Tetraeder auch eine proportional ansteigende Verwandlungsfähigkeit. Die einzelnen Formen erwecken aber einen sehr chaotischen Eindruck und ähneln einander sehr stark, so daß sie nur wenig einprägsam sind. Hier besteht also der Nachteil der Unübersichtlichkeit bezüglich der einzelnen Umwandlungsschritte. In der Veröffentlichung von Schattschneider wird dieser Nachteil ausgeglichen, indem die Tetraederflächen mit graphischen Motiven von M.C. Escher dekoriert werden.

So hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, bekannte Verwandlungskörper zu verbessern und ihren Spielanreiz zu erhöhen.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Patentanspruches bzw. hinzugenommener Unteransprüche.

Es wird ein Verwandlungskörper vorgestellt, der insbesondere zwei gleiche, regelmäßige, gerade Pyramiden mit einem (regelmäßigen) Achteck als gemeinsamer Grundfläche aufweist mit einem Verhältnis von Grundkante b zur Höhe a von $b = 2a \tan 22,5^\circ$; er ist segmentiert in sechzehn gleiche (nicht reguläre) Tetraeder durch vier Achsenschnitte (wobei jeweils zugleich die Spitzen, der Höhenfußpunkt und zwei einander gegenüberliegende Ecken der Grundfläche in einer Schnittebene liegen) und eine Schnittebene, in der die Grundfläche liegt, wobei die Tetraeder durch flexible Kantenverbindungen wie folgt zu einer geschlossenen Kette miteinander verbunden sind: Jedes Tetraeder ist mit einem be-

nachbarten Tetraeder an der gemeinsamen Kante a nach zwei Seiten schwenkbar verbunden und mit einem weiteren benachbarten Tetraeder, mit dem es die Grundkante b gemeinsam hat, an der Kante b nach zwei Seiten schwenkbar verbunden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind bei dem Verwandlungskörper Magnete in die Tetraeder eingebracht. Dabei weist jedes Tetraeder an allen Flächen die gleiche Polarität auf. Die Polarität ist jeweils der Polarität der beiden in der Kette benachbarten Tetraeder entgegengesetzt.

Auch hat es sich als günstig erwiesen, bei dem Verwandlungskörper Magnete und magnetisches Material derart in die Tetraeder einzubringen, daß zwischen jedem Tetraeder und den beiden in der Kette benachbarten Tetraedern eine magnetische Anziehung besteht.

Der hier vorgestellte Körper gehört damit zu den Umstülpungen, nur daß die Eigenschaft der Umstülpbarkeit gleichrangig neben andere Eigenschaften zurücktritt: Bedingt durch die Anzahl von sechzehn Tetraedern sind Teile der Kette (Gruppen benachbarter Tetraeder) in Abhängigkeit voneinander beweglich, ohne daß dies Auswirkungen auf andere Teile der Kette hat. Somit können Teile der Kette umgestülpt werden, während unabhängig davon andere Teile der Kette anderen Bewegungsformen unterworfen werden. Außer Umstülpungen kommen also noch Klappen und Zusammenlegen als Verwandlungsphänomene in Betracht.

Der Verwandlungskörper bietet eine zur spielerischen oder ernsthaften Beschäftigung anregende Formenvielfalt mit möglichst vielen einprägsamen Verwandlungsstadien. Es ist sehr schwierig, eine genaue Zahl für die verschiedenen Verwand-

lungsstadien anzugeben, weil je nach Ermessen nicht alle Stadien der Anforderung der Einprägsamkeit entsprechen und beliebig viele Zwischenschritte von einem Stadium zum anderen als eigene Stadien angesehen werden können.

Besonders übersichtlich und einprägsam sind Quadrat, Rechteck und parallele Linien wegen ihrer Symmetrie-Eigenschaften. Deshalb wurden die Tetraeder so dimensioniert und in der Kette angeordnet, daß sich daraus möglichst viele Verwandlungsstadien ergeben, an denen Quadrat und Rechteck als Maß erscheinen. Auch die Anzahl sechzehn wurde wegen der Symmetrie-Eigenschaften gewählt. Die Verwandlungsstadien sind fast alle zweizählig oder vierzählig symmetrisch. Zudem sind sechzehn Tetraeder noch ohne Schwierigkeiten in nahezu allen Verwandlungsstadien mit zwei Händen zu halten. Die Umwandlungen können mit zwei Händen vorgenommen werden, ohne daß der Verwandlungskörper dabei aufgestützt werden muß.

Je nach Verwandlungsstadium liegen mehrere gleiche Flächen benachbarter oder in der Kette weiter entfernter Tetraeder paßgenau aufeinander. Andere Fläche, die nicht aufeinanderliegen, liegen in einer gemeinsamen Ebene. Dadurch ist der Verwandlungskörper in vielen seiner Formen frei aufstellbar. Weitere Formen sind frei aufstellbar, wenn die Tetraeder wie in Anspruch 2 mit Magneten bestückt sind. Die Flächenkontakte entstehen immer zwischen zwei benachbarten oder solchen Tetraedern, die um $2n-1$ Stellen in der Anordnung innerhalb der Kette voneinander entfernt sind ($n=1,2,\dots,8$). Zwei Tetraeder mit Flächenkontakt ziehen sich daher stets wegen der entgegengesetzten Polarität magnetisch an und festigen somit den Zusammenhalt der Verwandlungsform.

Die magnetische Anziehungskraft sollte gerade so groß sein, daß sie wirksam ist, damit sich die einzelnen Stadien auch wieder leicht auflösen lassen. Auch sollte der Verwandlungskörper nicht zu schwer sein, damit die Haltbarkeit der Kantenverbindungen nicht unnötig beeinträchtigt wird.

Neben der Eigenschaft, den ästhetischen oder mehr räumlich-geometrischen Formensinn anzusprechen, kommt noch ein weiterer Aspekt hinzu: Beim Umwandeln stellt man fest, daß man nur dann ohne Anwendung von Gewalt von einem Stadium zum anderen gelangen kann, wenn man sich auf die spezifischen Bewegungsmuster des Umwandlungsvorganges einläßt. Es kann nicht immer der "direkte" Weg gewählt werden.

Manuelles Geschick und räumliches Vorstellungsvermögen werden also gemeinsam beansprucht. Teilweise kann das eine durch das andere kompensiert werden.

Der erfindungsgemäße Verwandlungskörper gehört wohl am ehesten in die Kategorie der dreidimensionalen Puzzlespiele. Der Unterschied zu anderen Spielen dieser Art liegt darin, daß man keine geometrischen Überlegungen anstellen muß, um zu einem Ergebnis zu kommen. Schon durch bloßes Probieren ergeben sich einzelne Formen. Es besteht dann der Anreiz, eine eher zufällig entstandene Form gezielt zu reproduzieren.

Räumliches Vorstellungsvermögen und auch eine gewisse manuelle Geschicklichkeit sind sicher von Vorteil, brauchen aber nicht vorausgesetzt zu werden. Es ist möglich, daß durch den Verwandlungskörper die Koordination von Auge und Hand trainiert wird.

Es gibt meist mehrere Möglichkeiten, eine Form in eine andere zu verwandeln oder verschiedene Zwischenstadien zwischen zwei bestimmte Formen einzubeziehen. Dadurch bleibt der Unterhaltungswert des Verwandlungskörpers auch dann noch erhalten, wenn man eine bestimmte Vorgehensweise für eine Verwandlungsform kennt.

Der Verwandlungskörper ist nicht nur als Solitärspiel geeignet, z.B. könnten mehrere Personen in einem Wettbewerb reihum einzeln oder zu zweit verschiedene Formen produzieren.

Die schon erwähnten Bewegungsmuster beim Umwandlungsvorgang haben einen eigenen ästhetischen Reiz, der besonders zur Geltung gebracht werden könnte, indem mehrere Personen mit einem großen, aus einem leichten Material gebauten Verwandlungskörper in einer geometrischen Choreographie agieren.

Bei der farblichen Gestaltung können ästhetische Gesichtspunkte eine Rolle spielen; die Farbgebung sollte mit den Symmetrie-Eigenschaften harmonisieren. Sie sollte sich deshalb bei jedem zweiten, vierten oder achten Tetraeder in der Kette wiederholen, wobei ein Tetraeder in einer Farbe gehalten sein kann oder gleiche Farben sich nach jedem vierten Tetraeder auf der entsprechenden Fläche wiederholen.

Für ambitionierte Benutzer kann durch eine geeignete Farbgebung noch ein zusätzlicher Schwierigkeitsgrad eingebaut werden.

Auch mögen solche sich wiederholenden Farbsequenzen jeweils etwas in der Tönung variieren, damit jedes Tetraeder beim Umwandeln in seinem eigenen Ortswechsel innerhalb der Anordnung verfolgt werden kann und gleichzeitig die anderen, durch die Symmetrie zugeordneten Tetraeder mit im Blick behalten werden können.

Es bietet sich auch an, die Oberflächen mit verschiedenen Strukturmerkmalen auszustatten, um sehbehinderten oder blinden Menschen durch den Verwandlungskörper ein zugleich differenziertes und geordnetes Raumerleben zu ermöglichen.

Mit dieser Vielfalt an Formen, möglichen Übergängen und Farbenkonstellationen kann der Verwechslungskörper auch als eine Art dreidimensionales Tangram vorgestellt werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt Fig. 1, 3, 5, 6, 7, 8 bis 18, 21 jeweils in Schrägsicht in

Fig. 1: ein einzelnes Tetraeder in Schrägsicht und

Fig. 2: dessen Abwicklung;

Fig. 3: einen Verwandlungskörper in Schrägsicht;

Fig. 4: den Verwandlungskörper der Fig. 2 als Seitenriß;

Fig. 5: eine Tetraederkette in Schrägsicht;

Fig. 6: einen Würfelgürtel in Schrägsicht (6' = Abwicklung);

Fig. 7: einen sechsteiligen Kaleidozyklus in Schrägsicht (7' = Abwicklung);

Fig. 8 bis

Fig. 21: verschiedene Verwandlungskörper jeweils in Schrägsicht (Fig. 19 in Draufsicht);

Fig. 22: ein Blatt mit mehr als dreißig unterschiedlichen Verwandlungsnormen.

Nachfolgend bezeichnen Kleinbuchstaben die Seiten einer Abwicklung oder die Kanten eines Tetraeders. Gleiche Seiten und die entsprechenden Kanten haben die gleichen Buchstaben.

Fig. 1 gibt ein einzelnes Tetraeder E mit sichtbaren Tetraederkanten a, b, c, d wieder, Fig. 2 dessen Abwicklung die Kanten a bis d. Der von Tetraederkanten c eingeschlossene Winkel e beträgt 45 Grad (Altgrad). Gemäß Fig. 2 liegen alle Seiten b parallel zur Betrachtungsebene. Die perspektivisch verkürzten Kanten d in Fig. 1 erscheinen gleich lang wie die deckungsgleich darunterliegenden Kanten c. Die Seite a ist auch die Höhe auf Seite b im Dreieck bcc (Feld F in Fig. 2). So beträgt die Seite bzw. Kante $b = 2a \tan 22,5 \text{ Grad}$. Der von den Kanten a und c eingeschlossene Winkel f beträgt 90 Grad. Damit sind alle Flächen der Abwicklung, zugleich die Abmessungen der Tetraeder und des Verwandlungskörpers eindeutig bestimmt; die Flächen F und G sind gleichseitige Dreiecke, die Flächen H, K rechtwinklige Dreiecke.

Unter Berücksichtigung der Handhabbarkeit des Körpers beim Umwandeln sollte Kante a im Bereich von 6 cm für Kinder und 9 cm für Erwachsene liegen. Es sind aber auch bei geeignetem Material sehr viel größere Abmessungen denkbar, wobei zwei oder mehr Personen gemeinsam spielen.

Fig. 3, 4 zeigen den Verwandlungskörper N in seinem konvexen oder "geschlossenen" Stadium. Nach Fig. 5 kann eine Tetraederkette zu diesem Körper lückenlos gepackt werden.

Fig. 6, 6' deuten einen Würfelgürtel mit der Abwicklung eines Tetraeders an. Jedes Tetraeder hat eine in Bezug auf seine beiden benachbarten Tetraeder spiegelsymmetrische Abwicklung. Die Seite w entspricht der Würfelkante. Die anderen Seiten haben folgende Abmessungen:

$$s = \frac{w}{3} \sqrt{3} \quad t = \frac{2w}{3} \sqrt{3} \quad u = \frac{w}{3} \sqrt{15}$$

In Fig. 7, 7' sind sechs gleiche Tetraeder jeweils mit zwei Tetraedern an den Kanten k zu einem sechsteiligen Kaleidozyklus verbunden. Der Abstand zwischen zwei Kanten k sei m . Daraus ergeben sich folgende Abmessungen:

$$k = \frac{2m}{3} \sqrt{3} \quad l = \frac{m}{3} \sqrt{15}$$

Das Tetraeder eines sechsteiligen Kaleidozyklus kann so segmentiert werden, daß vier paarweise spiegelsymmetrische Würfelgürtel-Tetraeder entstehen.

In den Fig. 8 bis 21 sind erfindungsgemäße Verwandlungskörper in einigen Verwandlungsstadien oder -formen dargestellt. Sie sind mit Ausnahme der Beispiele der Fig. 9, 21 frei aufstellbar; Fig. 19 zeigt eine Ansicht von schräg oben.

Die Form des Körpers in Fig. 10 kann durch Klappen verändert werden, indem z.B. die vier linken Tetraeder gemeinsam um die Achse Z geschwenkt werden. Unabhängig davon kann das gleiche mit den vier rechten Tetraedern geschehen.

Die Form nach Fig. 13 entsteht durch Aufklappen der Grundform nach Fig. 1; durch weiteres Aufklappen entsteht der Körper der Fig. 14. Der umgekehrte Vorgang von Fig. 14 zu

Fig. 13 und zu Fig. 1 wird als "Zusammenlegen" bezeichnet. Auch die Form der Fig. 11 kann so in Fig. 1 umgewandelt werden.

Fig. 16 entsteht durch Umstülpen des Körpers der Fig. 15. Die meisten Formen können auf verschiedenen Wegen, d.h. über verschiedene Vorstadien erreicht werden. Z.B. kann Fig. 8 hergestellt werden, indem bei Fig. 11 die vorne links nebeneinanderliegenden Tetraeder in ihrer derzeitigen Lage festgehalten werden und alle restlichen Tetraeder nach hinten geklappt werden. Fig. 8 kann aber auch durch Umwandeln von Fig. 14 erreicht werden, ohne daß Fig. 11 dabei als Zwischenstadium entsteht.

Bei einem konkreten Herstellungsbeispiel werden aus Pappe (ca. 300 g/qm) sechszehn Tetraederabwicklungen nach Fig. 2 mit Klebefals an einer der äußeren Seiten d hergestellt. An je acht Stück wird jeweils an der Seite b bzw. an der Seite a ein Baumwollstreifen eingeklebt, wie er bei y in Fig. 5 angedeutet ist.

Bei einer Ausführung des Verwandlungskörpers werden an den Tetraedern zusätzlich Magnete M auf alle Flächenmittelpunkte der Innenseiten der Abwicklungen aufgeklebt, und zwar so, daß alle Tetraeder mit dem Baumwollstreifen an a die gleiche magnetische Ladung an allen Außenflächen aufweisen. Entsprechend wird mit den Tetraedern mit dem Baumwollstreifen an b verfahren, nur müssen deren Außenflächen die entgegengesetzte Polarität zu den Tetraedern mit dem Baumwollstreifen an a aufweisen.

Die Abwicklungen werden nun an den Seiten d und an den Seiten mit dem Baumwollstreifen zu Tetraedern verklebt. Die so entstandenen Kanten ohne Baumwollstreifen bleiben offen. Die Tetraeder werden miteinander zu einer Kette verbunden,

indem die zueinander passenden Baumwollstreifen und die offen gebliebenen Kanten miteinander verklebt werden. Die räumliche Anordnung geht aus Fig. 1 hervor.

Die Besonderheit des Verwandlungskörpers liegt darin, daß nur durch die oben beschriebenen Eigenschaften diese Formenvielfalt in Verbindung mit der Schwerkraftverriegelung möglich ist. Bedingt durch die Schwerkraftverriegelung sind alle Formen frei aufstellbar, d.h. beim Absetzen auf eine ebene Unterlage behalten sie den jeweils hergestellten Zusammenhalt bei.

Wenn die Höhe a im Bereich von ca. 6 bis 9 cm liegt, können nahezu alle Verwandlungsformen mit zwei Händen herbeigeführt werden, ohne daß der Verwandlungskörper dabei aufgestützt werden muß. Da sich Teile der Kette (meist Gruppen von vier in der Kette benachbarten Elementen) nur jeweils in Abhängigkeit voneinander bewegen lassen, ist es nicht erforderlich, alle sechzehn Elemente zugleich anzufassen, um das ganze Gebilde in die gewünschte Form zu bringen.

Beim Umwandeln stellt man fest, daß man nur dann ohne Anwendung von Gewalt eine Form verändern kann, wenn man sich auf die spezifischen Bewegungsmuster des Umwandlungsvorganges einläßt. Eine bestimmte frei aufstellbare Form muß zuerst in ein chaotisches Stadium überführt werden, bevor eine andere frei aufstellbare Form entstehen kann.

Die oben geschilderte Ausführung ist eine recht stabile Konstruktion, die auch nach mehrmonatigem intensiven Gebrauch nicht schadhaft wird. Unabhängig von der Wahl des Materials muß jedes Tetraeder einzeln hergestellt werden, weil der Verwandlungskörper bzw. die Tetraederkette nicht als Ganzes in ein zweidimensionales Netz abgewickelt werden kann.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verwandlungskörper aus Tetraedern (E), deren jedes aus zwei von einer Grundkante (a) ausgehenden gleichschenkeligen Dreiecken (F, G) mit den Kanten Seitenkanten (c, d) sowie zwei rechtwinkligen Dreiecken (H, K) besteht, deren die Seitenkante (c, d) verbindende Kante (a) ihre Höhe ist, wobei die Tetraeder an der Grundkante (a) sowie an der Höhe (a) an die Grundkante bzw. die Höhe eines jeweils benachbarten Tetraeders angeschlossen ist.
2. Verwandlungskörper nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Verhältnis von Grundkante (b) zur Höhe (a) von $b = 2a \tan 22,5 \text{ Grad}$.
3. Verwandlungskörper, insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch zwei gleiche, regelmäßige, gerade Pyramiden mit einem (regelmäßigen) Achteck als gemeinsamer Grundfläche, der segmentiert ist in sechzehn gleiche (nicht reguläre) Tetraeder durch vier Achsenschnitte, wobei jeweils zugleich die Spitzen, der Höhenfußpunkt und zwei einander gegenüberliegende Ecken der Grundfläche in einer Schnittebene liegen und eine Schnittebene, in der die Grundfläche liegt.
4. Verwandlungskörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Tetraeder durch flexible Kantenverbindungen wie folgt zu einer geschlossenen Kette miteinander verbunden sind: jedes Tetraeder ist mit einem benachbarten Tetraeder an der gemeinsamen Kante (a) nach zwei Seiten schwenkbar verbunden

und mit einem weiteren benachbarten Tetraeder, mit dem es die Grundkante (b) gemeinsam hat, an der Kante (b) nach zwei Seiten schwenkbar verbunden.

5. Verwandlungskörper nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden benachbarten Tetraeder durch eingelegte Gewebestreifen (y) od.dgl. verbunden sind.
6. Verwandlungskörper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Magnete in die Tetraeder eingebracht sowie jedes Tetraeder an allen Flächen die gleiche Polarität aufweist, wobei die Polarität jeweils der Polarität der beiden in der Kette benachbarten Tetraeder entgegengesetzt ist.
7. Verwandlungskörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Magnete und magnetisches Material derart in die Tetraeder eingebracht sind, daß zwischen jedem Tetraeder und den beiden in der Kette benachbarten Tetraedern eine magnetische Anziehung besteht.
- 8. Verwandlungskörper nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet durch Magnete auf den Innenseiten der Abwicklungen etwa im Flächenmittelpunkt.
9. Verwandlungskörper nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß einige Tetraederflächen durch ihre Oberflächenstruktur zu den anderen Tetraederflächen unterschiedlich sind.

10. Verwandlungskörper nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der Flächen jedes vierten Tetraeders der Kette gleich strukturiert sind.

1/7 -

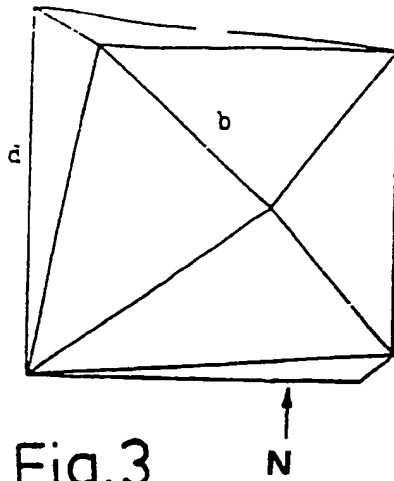


Fig. 3

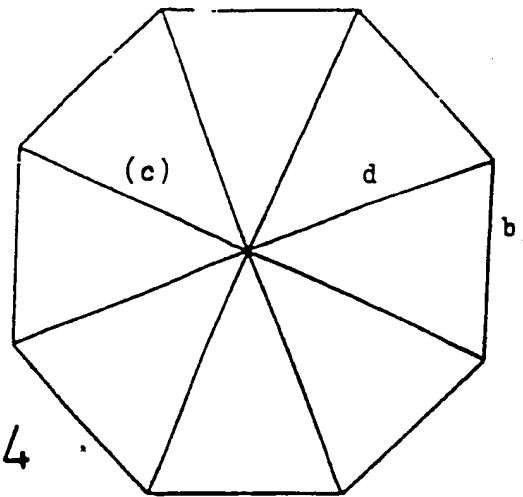


Fig. 4

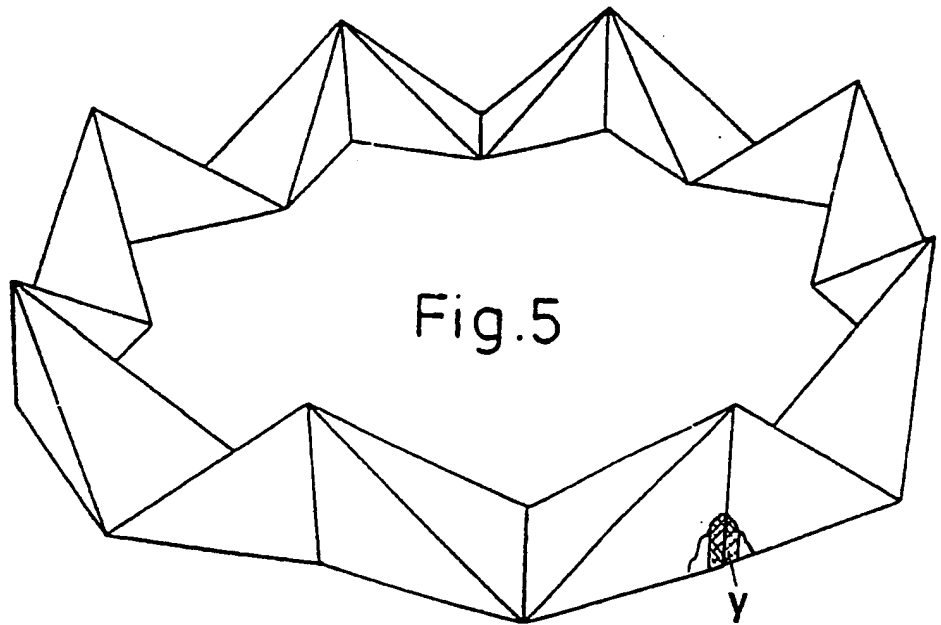


Fig. 5

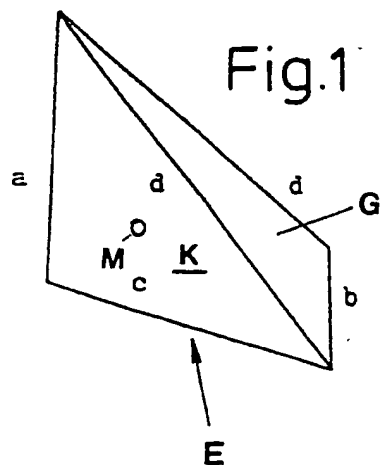


Fig. 1

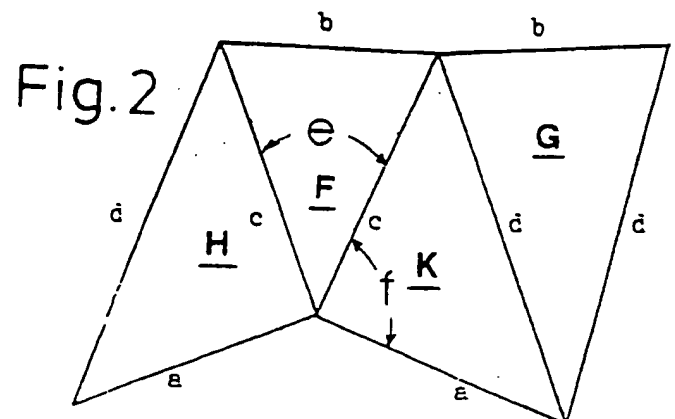


Fig. 2

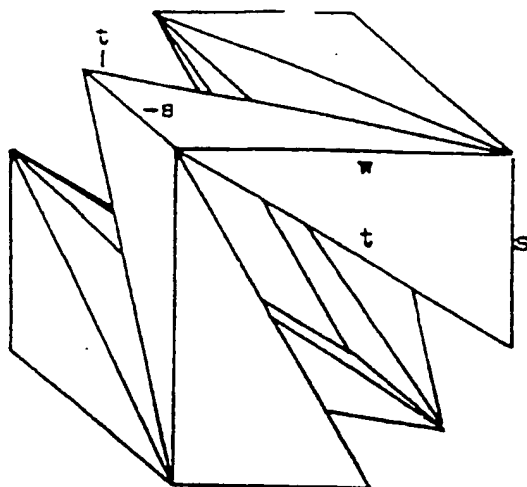


Fig. 6

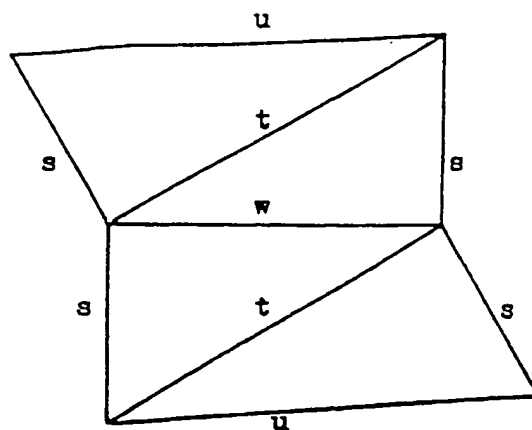


Fig. 6'

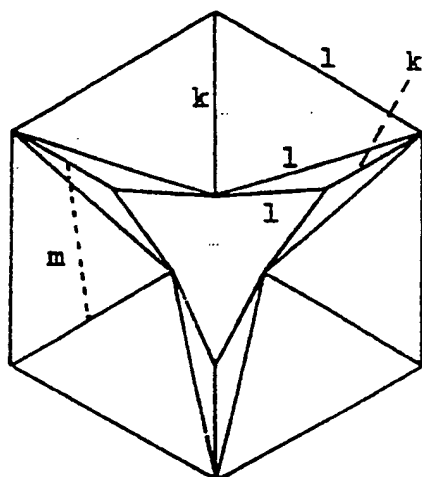


Fig. 7

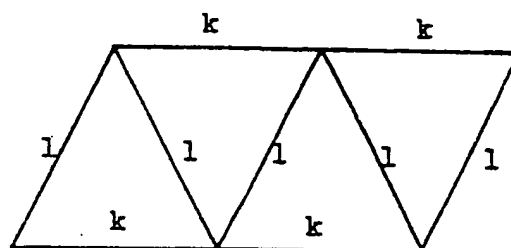


Fig. 7'

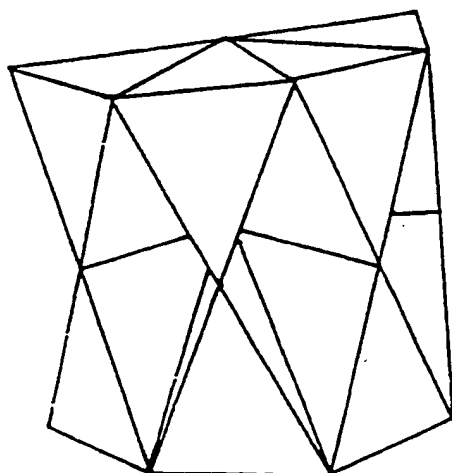


Fig. 8

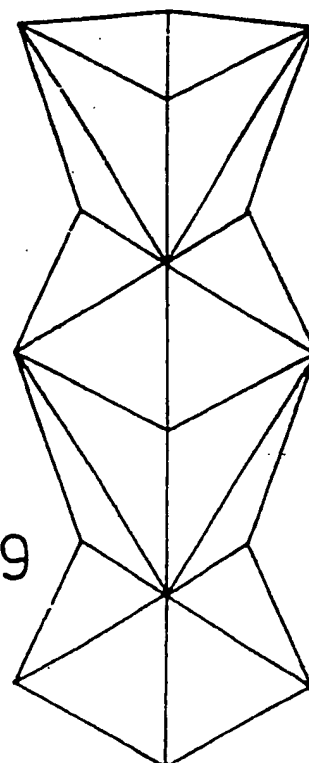


Fig. 9

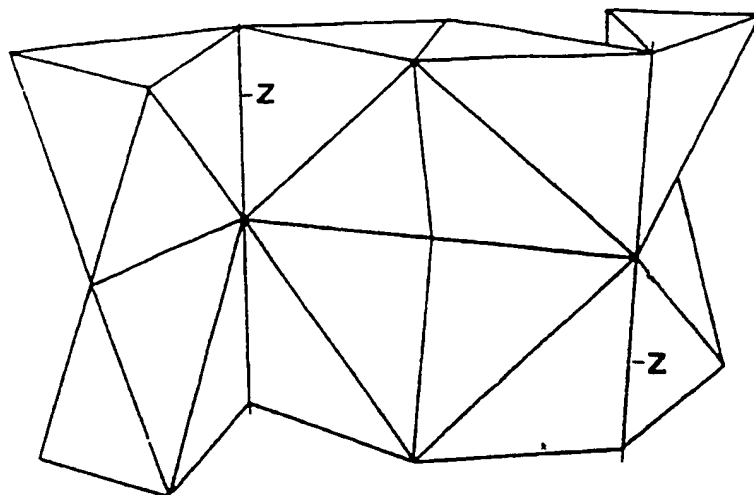


Fig.10

Fig.11

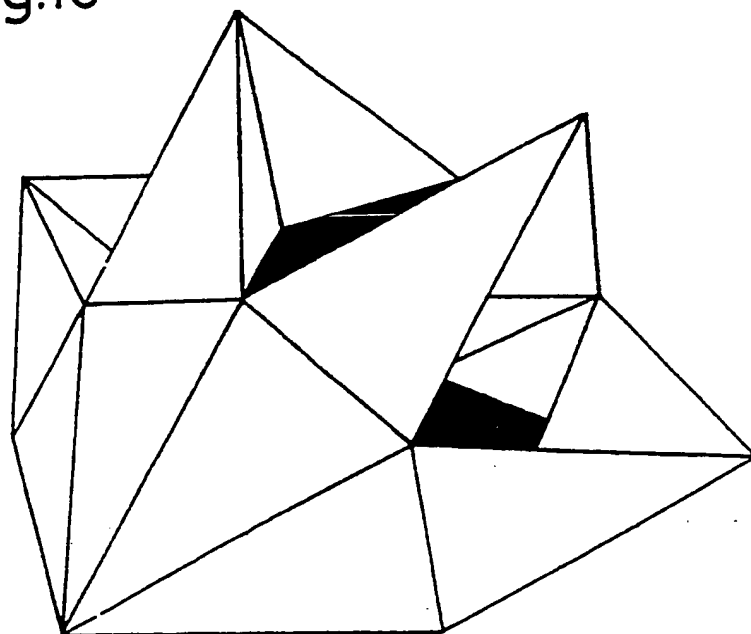


Fig.12

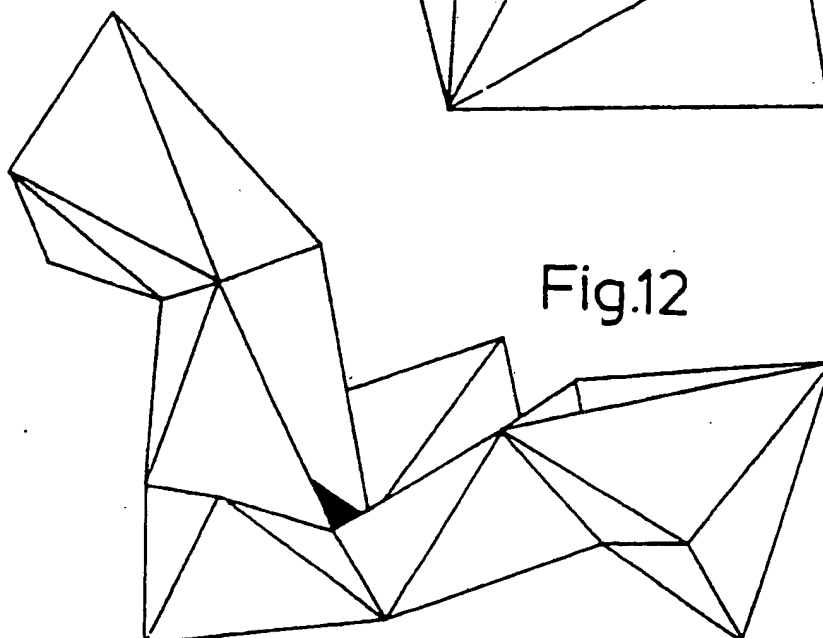


Fig.13

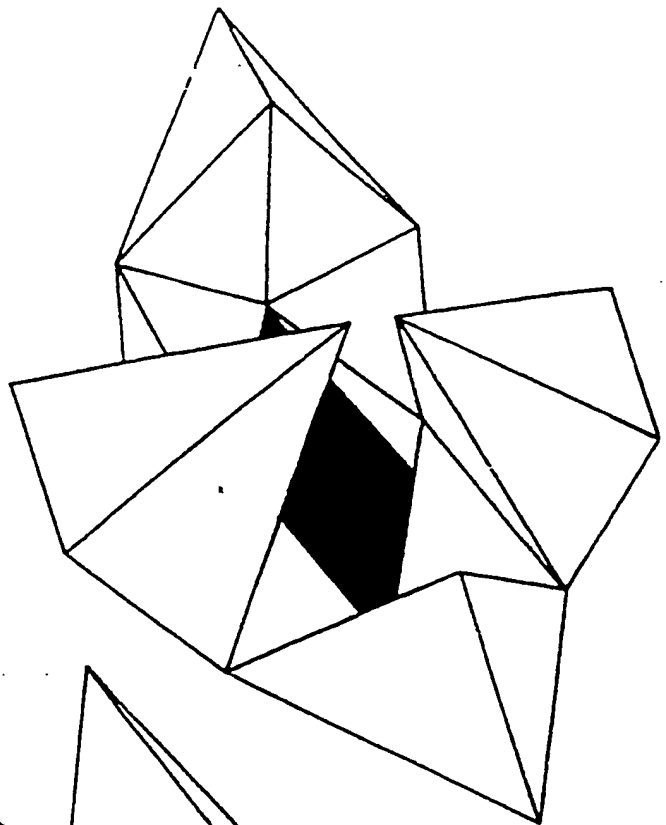


Fig.14

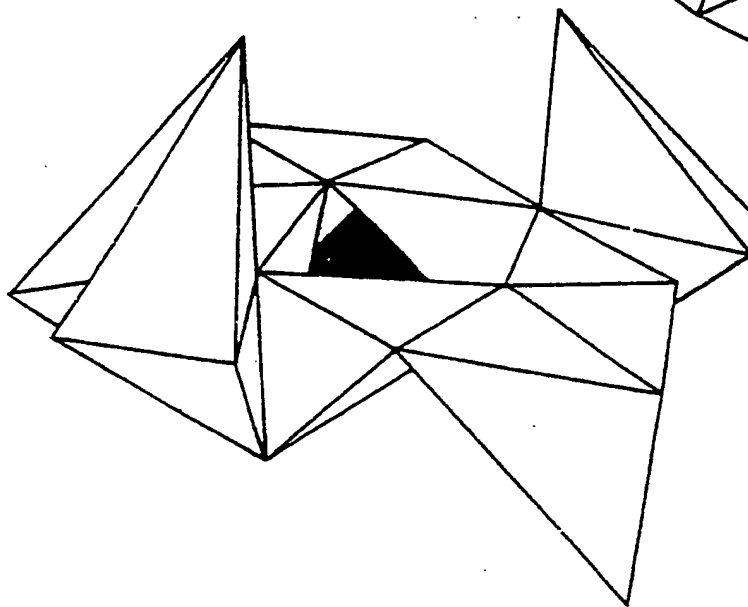
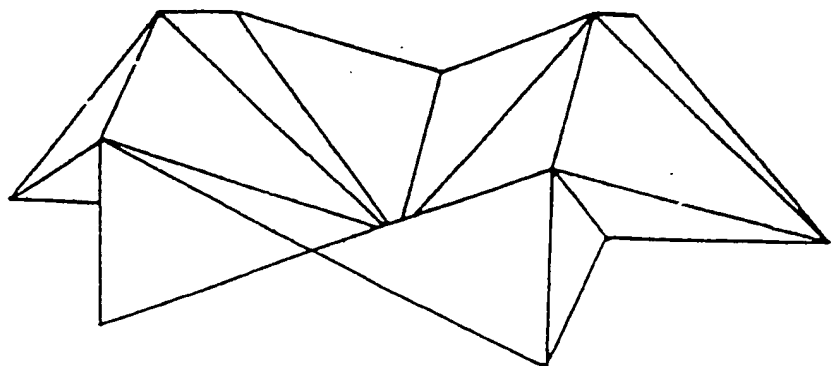


Fig.15



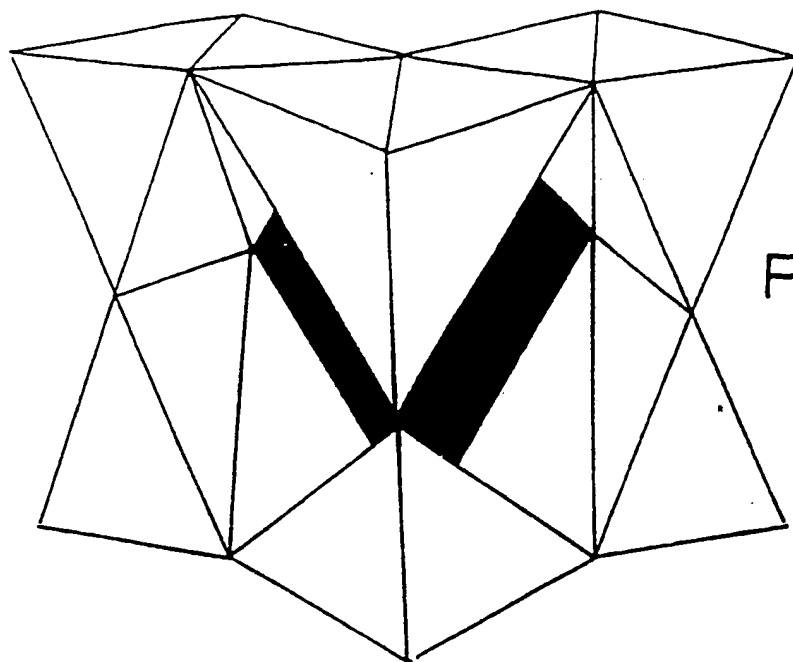


Fig.16

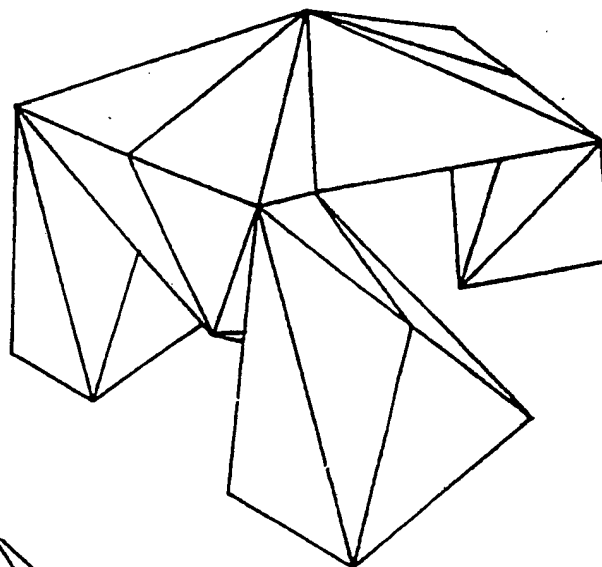


Fig.17

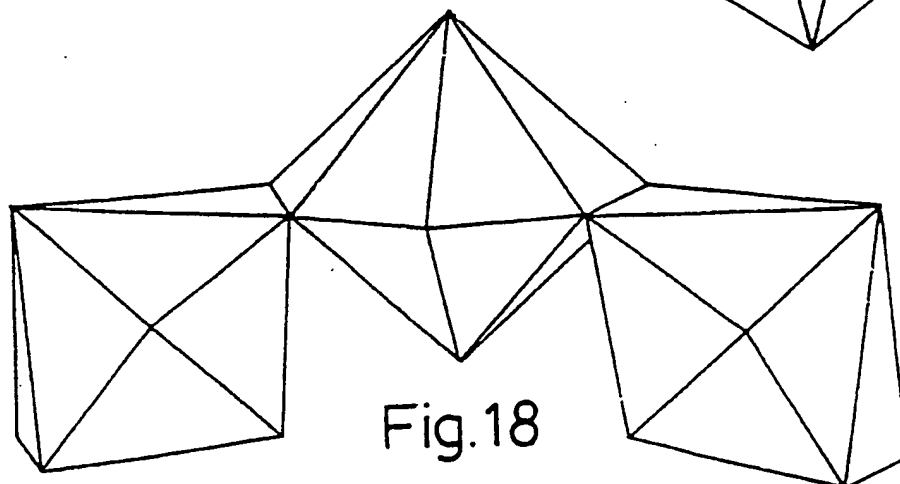


Fig.18

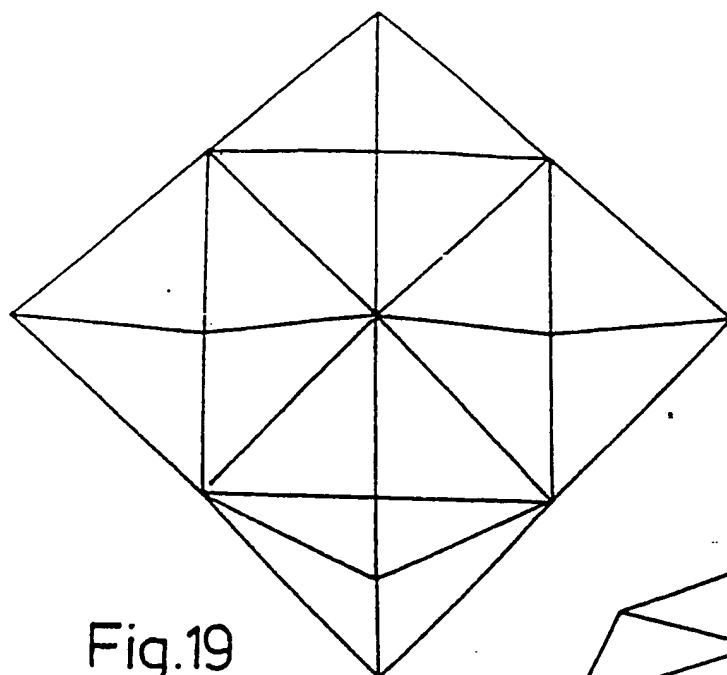


Fig.19

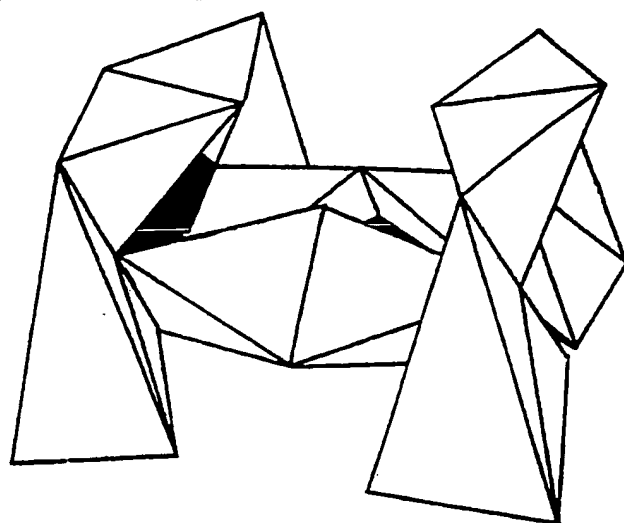


Fig.20

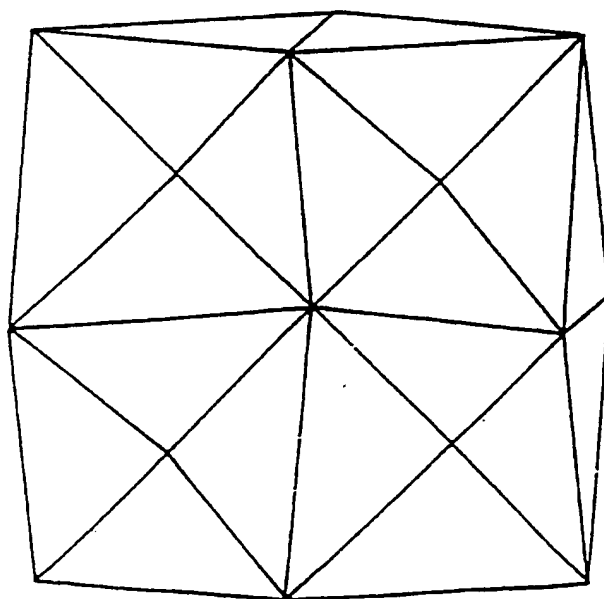


Fig.21

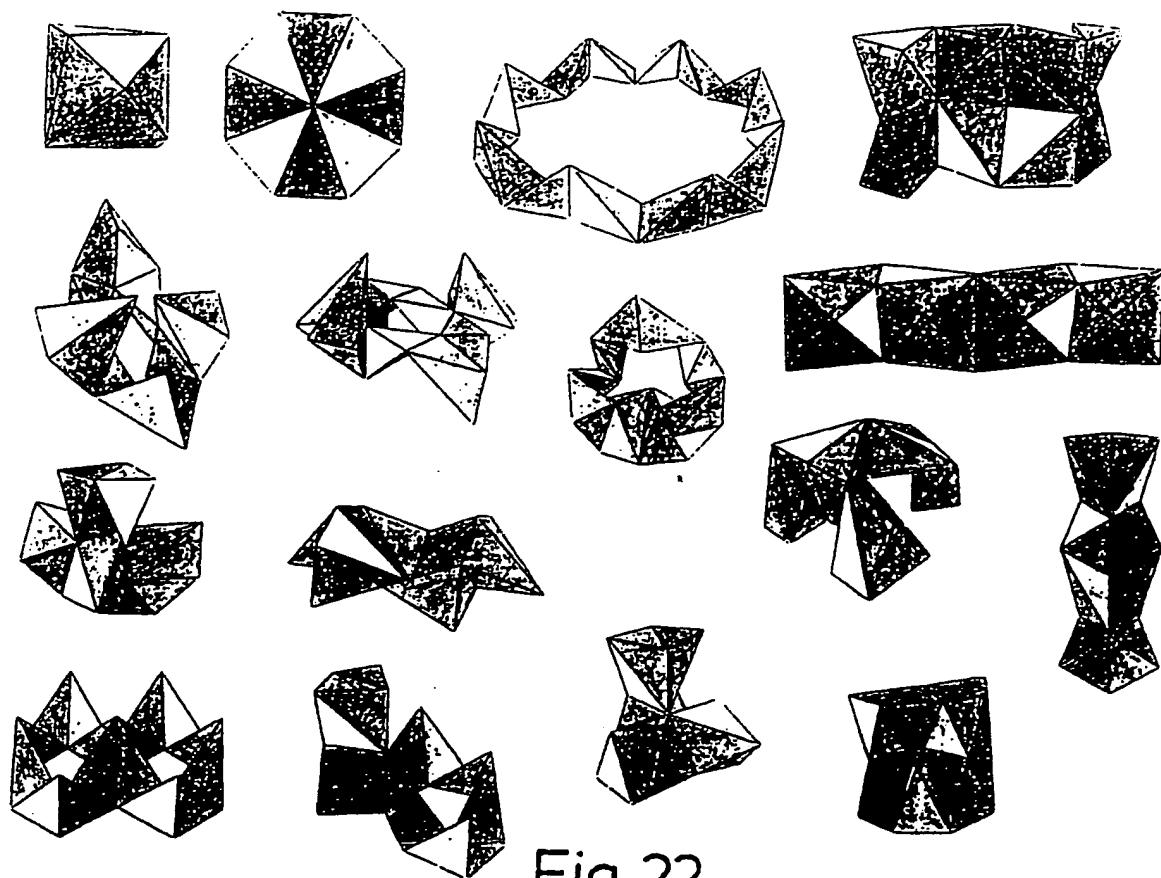
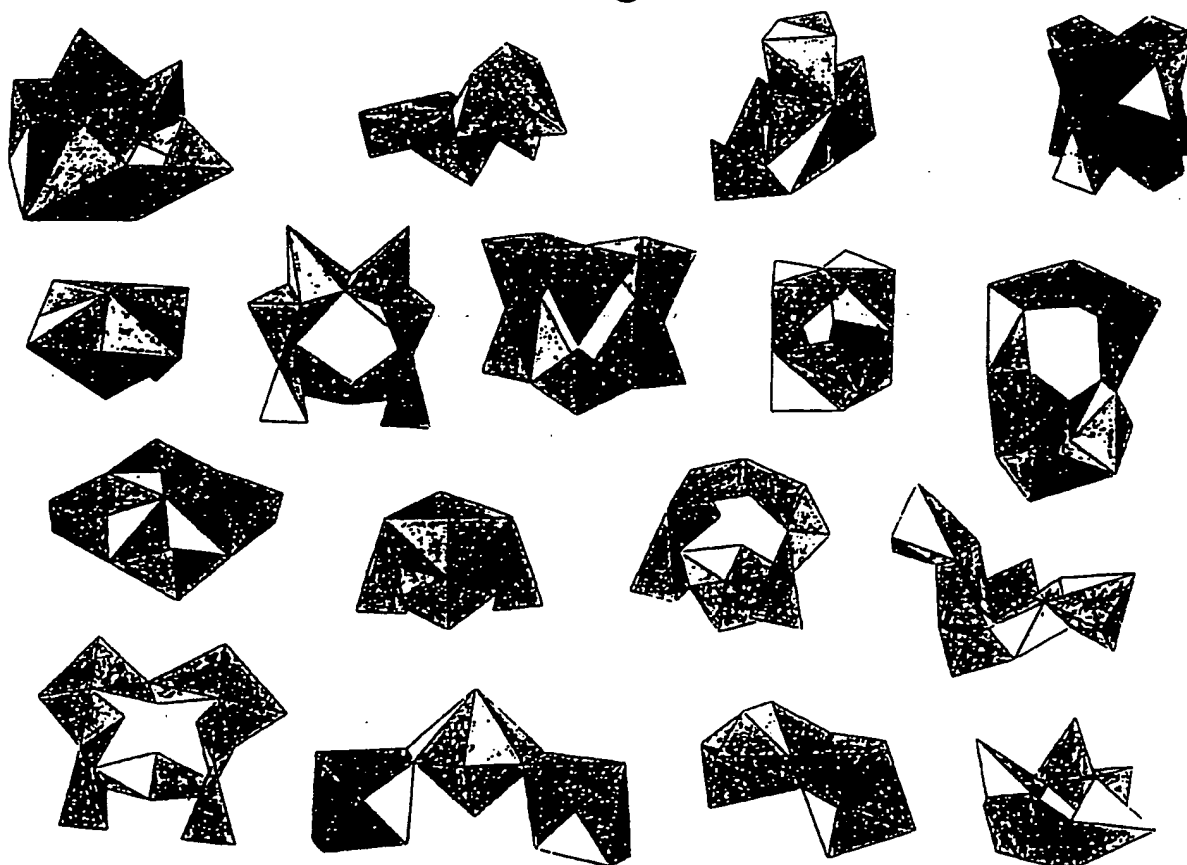


Fig.22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 92/00004

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ⁶ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> Int.Cl.⁵ A 63 F 9/08 </div>																							
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">Minimum Documentation Searched ⁷</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">Classification System</th> <th style="width: 70%;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px; vertical-align: top;">Int.Cl.⁵</td> <td style="vertical-align: top;">A 63 F</td> </tr> </table> <div style="margin-top: 10px;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸</div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. ⁵	A 63 F																	
Classification System	Classification Symbols																						
Int.Cl. ⁵	A 63 F																						
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">Category [*]</th> <th style="width: 70%;">Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²</th> <th style="width: 20%;">Relevant to Claim No. ¹³</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">Y</td> <td>GB, A, 2 108 395 (KARRAN PRODUCTS LTD) 18 May 1983 see page 1, line 60 - line 72; figure 9 ---</td> <td style="vertical-align: top;">1-10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">Y</td> <td>FR, A, 2 614 210 (BEROFF) 28 October 1988, see claim 1; figure 5 ---</td> <td style="vertical-align: top;">1-10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>DE, U, 8 912 392 (RITZENFELD) 1 March 1990 ---</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>US, A, 2 992 829 (HOPKINS) 18 July 1961 ---</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>GB, A, 2 107 200 (ASAHI CORP.) 27 April 1983 ---</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>US, A, 3 662 486 (FREEDMAN) 16 May 1972 -----</td> <td></td> </tr> </table>			Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³	Y	GB, A, 2 108 395 (KARRAN PRODUCTS LTD) 18 May 1983 see page 1, line 60 - line 72; figure 9 ---	1-10	Y	FR, A, 2 614 210 (BEROFF) 28 October 1988, see claim 1; figure 5 ---	1-10	A	DE, U, 8 912 392 (RITZENFELD) 1 March 1990 ---		A	US, A, 2 992 829 (HOPKINS) 18 July 1961 ---		A	GB, A, 2 107 200 (ASAHI CORP.) 27 April 1983 ---		A	US, A, 3 662 486 (FREEDMAN) 16 May 1972 -----	
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³																					
Y	GB, A, 2 108 395 (KARRAN PRODUCTS LTD) 18 May 1983 see page 1, line 60 - line 72; figure 9 ---	1-10																					
Y	FR, A, 2 614 210 (BEROFF) 28 October 1988, see claim 1; figure 5 ---	1-10																					
A	DE, U, 8 912 392 (RITZENFELD) 1 March 1990 ---																						
A	US, A, 2 992 829 (HOPKINS) 18 July 1961 ---																						
A	GB, A, 2 107 200 (ASAHI CORP.) 27 April 1983 ---																						
A	US, A, 3 662 486 (FREEDMAN) 16 May 1972 -----																						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"a" document member of the same patent family</p> </div> </div>																							
IV. CERTIFICATION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of the Actual Completion of the International Search <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">13 March 1992 (13.03.93)</div> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of Mailing of this International Search Report <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">9 April 1992 (09.04.92)</div> </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> International Searching Authority <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">European Patent Office</div> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Signature of Authorized Officer </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">13 March 1992 (13.03.93)</div>	Date of Mailing of this International Search Report <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">9 April 1992 (09.04.92)</div>	International Searching Authority <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">European Patent Office</div>	Signature of Authorized Officer																	
Date of the Actual Completion of the International Search <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">13 March 1992 (13.03.93)</div>	Date of Mailing of this International Search Report <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">9 April 1992 (09.04.92)</div>																						
International Searching Authority <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">European Patent Office</div>	Signature of Authorized Officer																						

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. DE 9200004
SA 54737**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 13/03/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-2108395	18-05-83	None	
FR-A-2614210	28-10-88	None	
DE-U-8912392	01-03-90	None	
US-A-2992829		None	
GB-A-2107200	27-04-83	None	
US-A-3662486	16-05-72	None	

I. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifizierungssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. 5 A63F9/08		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifizierungssystem	Klassifizierungssymbol	
Int.Kl. 5	A63F	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ¹⁰	Kurzbeschreibung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. 13
Y	GB,A,2 108 395 (KARRAN PRODUCTS LTD) 18. Mai 1983 siehe Seite 1, Zeile 60 - Zeile 72; Abbildung 9	1-10
Y	FR,A,2 614 210 (BEROFF) 28. Oktober 1988 siehe Anspruch 1; Abbildung 5	1-10
A	DE,U,8 912 392 (RITZENFELD) 1. März 1990	
A	US,A,2 992 829 (HOPKINS) 18. Juli 1961	
A	GB,A,2 107 200 (ASAHI CORP.) 27. April 1983	
A	US,A,3 662 486 (FREEDMAN) 16. Mai 1972	
<p>¹⁰ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besondere Bedeutung anzusehen ist</p> <p>"B" Weiteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zu rechtfertigen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum oder andere im Recherchenbericht genannte Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie angegeben)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf das mündliche Offenbarung, eine Ausstellung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"S" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht identisch ist, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als aus oder auf erfindungsmäßiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsmäßiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für das Fachmann anerkennend ist</p> <p>"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Abschließende des internationalen Recherchenberichts	
13. MAERZ 1992	09. 04. 92	
Internationale Recherchebehörde	Unterschrift des Bevollmächtigten Beamtens	
EUROPÄISCHES PATENTAMT	GLAS J.	

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 9200004
SA 54737

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 13/03/92.
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13/03/92

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A-2108395	18-05-83	Keine	
FR-A-2614210	28-10-88	Keine	
DE-U-8912392	01-03-90	Keine	
US-A-2992829		Keine	
GB-A-2107200	27-04-83	Keine	
US-A-3662486	16-05-72	Keine	

EPO FORM P0673

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82